



D5

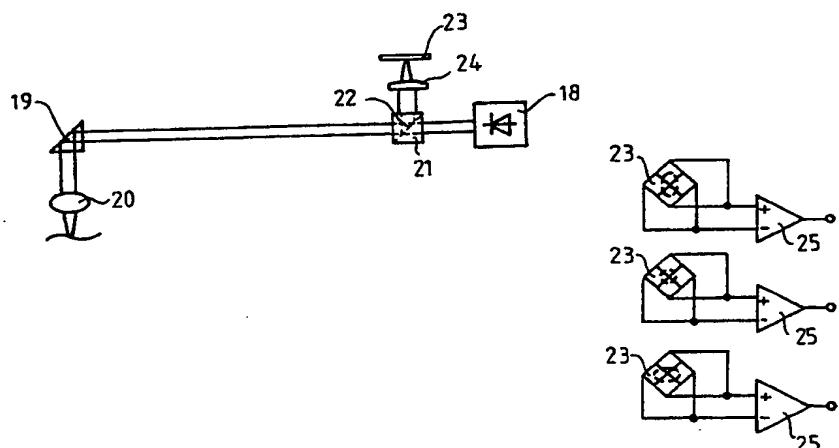
PCTWELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)(51) Internationale Patentklassifikation 5 :
A61C 5/10, 13/08, 19/04**A1**(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 91/03988**
(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: **4. April 1991 (04.04.91)**(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE90/00728**(22) Internationales Anmeldedatum: **24. September 1990 (24.09.90)**(30) Prioritätsdaten:
P 39 32 150.9 22. September 1989 (22.09.89) DE(71)(72) Anmelder und Erfinder: ROHLEDER, Peter [DE/DE];
Leo-Baeck-Straße 51, D-1000 Berlin 37 (DE).(74) Anwalt: CHRISTIANSEN, Henning; Pacelliallee 43/45,
D-1000 Berlin 33 (DE).(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), AU, BE
(europäisches Patent), CA, CH (europäisches Patent),
DE*, DE (europäisches Patent)*, DK (europäisches Pa-
tent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Pa-
tent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Pa-
tent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches
Patent), SE (europäisches Patent), US.Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: DEVICE FOR THE PRODUCTION OF TOOTH REPLACEMENT PARTS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON ZAHNERSATZTEILEN

(57) Abstract

Disclosed is a device for the production of tooth replacement parts, in particular inlays, onlays and facings, with an optical scanning device for the detection of tooth imperfections and a digitally controlled machine tool. The control signals are generated by computer from measurements of the tooth imperfections. The surface is scanned using dynamic-focusing techniques. A distance-measurement instrument is used as the measurement device, plus a laser-light source, a focusing defect detector and a measurement-head guide which can be inserted in the mouth and can be controlled so that every point on the surface to be scanned is swept by the laser beam.



(57) Zusammenfassung

Vorrichtung zur Herstellung von Zahnersatzteilen, insbesondere Inlays, Onlays und Schalenverblendungen, mit einer be-
rührungslos arbeitenden optischen Messeinrichtung zur Zahndefekterkennung und einer numerisch gesteuerten Werkzeugma-
schine, wobei die Steuersignale computergestützt von dem vermessenen Zahndefekt abgeleitet sind, die Oberflächenerfassung
nach dem Prinzip der dynamischen Fokussierung erfolgt, die Messeinrichtung als Abstandmesseinrichtung ausgebildet ist und ei-
ne Laserlichtquelle, eine Fokusfehlererkennung sowie eine in den Mund einbringbare Führung für einen Messkopf vorgesehen
ist, welche derart ansteuerbar ist, dass jeder abzutastende Oberflächenpunkt vom Laserstrahl überstrichen wird.

BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Fasso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
DE	Deutschland	LU	Luxemburg	TG	Togo
DK	Dänemark	MC	Monac	oUS	Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

Vorrichtung zur Herstellung von Zahnersatzteilen

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft ein Vorrichtung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art.

Die Funktion eines aus einer Druckschrift der Firma Siemens ("CEREC - Computer-Reconstruction, Druckvermerk:

- 2 -

0589) bekannt gewordenen Kompaktgerätes für die computer-gestützte Herstellung von Inlays, Onlays und Schalenver-blendungen beruht auf einem ähnlichen optischen Vermes-sungsprinzip. Dabei wird mittels einer manuell positio-nierten Videoeinheit ein periodisches, bewegtes Muster pa-ralleler Streifen auf den auszumessenden Zahn- oder Kie-ferbereich projiziert und die tiefentypischen Verzerrungen mit einer eingebauten Kamera aufgenommen. Nachteilig hier-bei ist neben der manuellen Kameraführung vor allem die das Videobild überlagernde Darstellung der Meßinformation, die nicht unmittelbar auswertbar ist. Die Interpretation der resultierenden graphischen Muster stellt hohe Anforde-rungen an das räumliche Vorstellungsvermögen des behan-delnden Zahnarztes. Wegen seiner transparenten Struktur und seiner spiegelnden Oberfläche muß der Zahnschmelz vor Anwendung des CEREC-Verfahrens mit einer dünnen Pulver-schicht vorpräpariert sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Vor-richtung der eingangs genannten Gattung die Bedienung zu erleichtern, wobei gegebenenfalls die visuelle Kontrolle bzw. Auswertung eines Monitorbildes des vermessenen Kie-ferbereiches zu vereinfachen ist. Außerdem besteht die Aufgabe, Unsicherheitsfaktoren, die die Paßform des herzu-stellenden Zahnersatzteiles beeinträchtigen zu minimieren sowie das mit einem Meßvorgang erfaßbare Objektfeld bei hoher Meßgeschwindigkeit wesentlich zu vergrößern.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

- 3 -

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß eine scannende Abtastung des interessierenden Kieferbereiches mittels eines Laserstrahles eine präzise Zuordnung des Steuersignals des Scanners und des durch Fokusfehlererkennung ermittelten Abstandsmeßwertes gestattet. Besonders vorteilhaft ist, daß dadurch eine einfache Speicherung und eine weitgehend elektronische Auswertung der Wertepaare Ansteuersignal/Abstandsmeßwert möglich ist. Die Ansteuersignale bilden die Adreßwerte für die Speicherung der zugeteilten Meßwerte, welche einer Auswerteeinheit zur Ermittlung der Oberflächenkoordinaten des herzustellenden Zahnersatzteiles zugeführt und über einen Wandler an das Format der Eingangsdaten einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine angepaßt werden.

Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung beruht die Fokusfehlererkennung auf die astigmatische Wirkung einer in den Strahlengang des reflektierten Laserlichts angeordneten Zylinderlinse. Die Zylinderlinse entwirft in Abhängigkeit von der Strahldivergenz oder -konvergenz ein in bestimmter Weise verzerrtes Bild auf ein matrixförmiges Diodentarget. Die über eine Differenzverstärkerschaltung auswertbare Intensitätsverteilung der Fotodioden ist ein unmittelbares Maß für den Abstand des Abbildungsobjektivs vom Objektpunkt

Bei einer anderen Fokusfehlererkennung ist ein im Strahlengang des reflektierten Laserlichts angeordnetes 90°-Prisma vorgesehen. Nur ein paralleles Strahlenbündel wird über den gesamten Bündelquerschnitt um 90° abgelenkt. Divergente oder konvergente Strahlenbündel werden durch

- 4 -

Reflexion entsprechend dem kritischen Winkel des Prismas aufgefächert, so daß nachgeordnete, symmetrisch zur optischen Achse angeordnete Fotodioden unterschiedlich ausgeleuchtet werden. Der wiederum über eine Differenzverstärkerschaltung ermittelte Intensitätsunterschiede ist ein Maß für den zu ermittelnden Abstand.

- Gemäß einer weiteren Ausführungsform einer Fokusfehlererkennung befindet sich im Strahlengang des reflektierten Lichtes zwischen einer Sammellinse und einem matrixförmigen Diodentarget eine Bezugskante. Eine Änderung des Abstandes zwischen dem Objekt und der Sammellinse bewirkt eine Verschiebung des bildseitigen Brennpunktes, wodurch die Leuchtfeldblendenwirkung der Bezugskante stärker oder schwächer wird. Die Intensitätsverteilung zwischen den Dioden ändert sich entsprechend und eine nachgeschaltete Differenzverstärkerschaltung ermöglicht eine Zuordnung zu der verursachenden Abstandsänderung.
- Die vorstehend beschriebenen Methoden zur Fokusfehlererkennung können auch zur Ansteuerung eines Fokus-Servoregelkreis genutzt werden, wodurch eine Nachführung des Abbildungsobjektivs bewirkt wird. Die Objektivbewegung entspricht genau den Höhenunterschieden des auszumessenden Zahns- oder Kieferbereiches. Diese Bewegung ist mittels eines herkömmlichen Induktivmeßstasters leicht meßbar. Ein derartiges, etwas aufwendigeres Meßverfahren hat den Vorteil, daß der Laserstrahl bei allen Objektabständen scharf auf das Objekt abgebildet wird. Die Meßpunkte können dadurch sehr dicht beieinanderliegen, wodurch die Meßgenauigkeit steigt und auch kleinste Abstandsunterschiede feststellbar sind.

- 5 -

Ein vorzugsweise mittels einer Laserdiode erzeugter Laserstrahl wird erfindungsgemäß durch eine Abtastvorrichtung, die eine angesteuerte Strahlumlenkeinheit aufweist, über die abzutastenden Objektpunkte geführt, wobei die Ansteuer 5 ersignale gleichzeitig Adreßwerte für die Speicherung der zugeordneten Meßwerte bilden.

Die Ansteuermittel erzwingen einen bestimmten Bewegungsablauf der Umlenkelemente und damit ein Durchmustern der 10 Oberfläche nach dem Prinzip eines Scanners. Da den Ansteuersignalen in eindeutiger Weise ebene Koordinaten ($x; y$) der Projektion des Meßstrahles auf den auszumessenden Zahn- oder Kieferbereich zugeordnet sind, entspricht jedem Wertepaar Ansteuersignal/Meßwert $[(x; y)/(z)]$ genau ein 15 Raumpunkt. Die Speicherung der Wertepaare erfolgt vorteilhaft erweitert in einem RAM-Festwertspeicher, wobei die Ansteuersignale die Adreßwerte bilden. Damit ist die Voraussetzung für eine bequeme Weiterverarbeitung der Daten gegeben.

20 Das angesteuerte Umlenkelement ist bevorzugt ein Umlenspiegel oder ein Prisma, welches insbesondere mittels einer Schlittenführung nach dem Plotterprinzip mäanderförmig über die abzutastende Oberfläche geführt wird.

25 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

30 Figur 1 eine Draufsicht einer Abtastvorrichtung in schematisierter Darstellung,

- 6 -

Figuren 2 bis c einen Meßstrahlengang nach dem "Astigmatismusprinzip" sowie

Figur 3 eine Baugruppenübersicht zur Meßwertverarbeitung
5 für die automatische Herstellung eines Zahnersatzteiles.

Die in Figur 1 wiedergegebene Abtastvorrichtung besteht im wesentlichen aus zwei parallelen Führungen in Form von Schienen 1 und 2, die durch in Form von Abstandhaltern 10 ausgebildeten Streben 3 und 4 starr miteinander verbunden sind, einem auf den Schienen 1 und 2 beweglichen, einer Traverse bildenden Wagen 5 und einem auf dieser Traverse verschieblichen Läufer 6, welcher auf dem Wagen 5 senkrecht zum Verlauf der Schienen 1 und 2 verschiebbar ist.
15 Die Traverse 6 kann durch seine eigene Verschiebbarkeit auf dem Wagen 5 und durch die Verschiebbarkeit des Wagens 5 jeden Punkt einer zwischen den Schienen 1 und 2 aufgespannten Ebene erreichen. Über einen mit dem Läufer 6 fest verbundenen Strahlführungskanal 7, der etwa die Länge einer Schiene 1 bzw. 2 aufweist, ist in einem gemeinsamen Gehäuse 9 sowohl die Strahlungsquelle als auch der Empfänger des Meßstrahles 8 mit einer auf dem Läuferelement 6 befindlichen Meßeinheit 10 verbunden. Strahlungsquelle und Empfänger werden demzufolge mit dem Läufer mitbewegt. Die 20 Meßeinheit 10 bildet eine komplette Entfernungsmeßeinrichtung, welche den Abstand eines unterhalb der Meßeinheit befindlichen Hindernisses ermittelt und ein Signal ausgibt, welches repräsentativ für diese, auf einen Punkt des Läufers bezogene Entfernung, ist. Bei dem Prinzip der dynamischen Fokussierung wird ein System, wie es dem Abtaster eines CD-Spielers entspricht, dynamisch nachgeführt
25
30

- 7 -

und die bei Scharfeinstellung sich ergebende Positionsinformation als Abstandsmeßwert übermittelt.

- Die Ansteuerung des Wagens 5 und des Läufers 6 erfolgt
5 entsprechend einem Plotter über miniaturisierte elektrische Antriebsmotore. Figur 1 zeigt zwei unterschiedliche Positionen der mit Wagen 5 und Läufer 6 verschobenen Meßanordnung. Der Antrieb des Wagens 5 und des Läufers 6 kann beispielsweise über Schrittmotoren 11 und 12 vorgenommen
10 werden, deren Mitnehmer 13 und 14 jeweils eine der Schienenlänge bzw. der Wagenlänge angepaßte, spindelförmige Schnecke 15 bzw. 16 in Drehung versetzen, wobei der Wagen 5 und der Läufer 6 mittels Zahnstangen in die Schnecken 15 und 16 eingreifen und dadurch bewegt werden. Die Spannungsverläufe der Steuerspannungen für die Motoren 11 und 12, die den einzustellenden x/y-Werten der jeweils einzuhaltenden Position zugeordnet sind, werden von einer externen Baugruppe 17 her zugeführt und in Form von codierten Steuersignalen 17a (x-Position) und 17b (y-Position)
15 codiert zugeführt, so daß sie vorteilhafterweise gleichzeitig die Adressenwerte für die spätere Speicherung der ermittelten Meßwerte (z-Position), die am Ausgang 17c erhalten werden, bilden können. Der Läufer 6 mit dem Meßsystem 10 und der Traverse des Wagens 5 entspricht in seiner
20 Ausgestaltung der Führung eines Abtasters bei einem üblichen CD-Spieler, so daß die entsprechenden am Markt erhältlichen miniaturisierten Bauelemente großteils bei der Konstruktion benutzt werden können.
25
30 Figur 2 zeigt einen Meßstrahlenverlauf zur Ermittlung des Abstandes nach dem Astigmatismus-Verfahren. Das von einer

- 8 -

Laserdiode 18 erzeugte Laserlicht wird über ein Umlenkleinsprisma 19 und ein Objektiv 20 auf den zu vermessenden Zahn gelenkt. Im Strahlengang ist außerdem ein Teilungswürfel 21 mit einer teilverspiegelten Fläche 22 zur Trennung des 5 reflektierten und des beleuchtenden Lichtes angeordnet. Hinter dem Teilungswürfel 21 befindet sich im Strahlengang des reflektierten Laserlichtes vor einem Fotodetektor 23 eine zylindrische - astigmatische - Linse. Bei einem bestimmten Abstand zwischen Objektiv und Zahn fokussiert die 10 zylindrische Linse eine Kreisform (Fig. 2b) auf die vier in Matrixform angeordneten Dioden des Fotodetektors 23. Verändert sich der Abstand, so entsteht ein Fokusfehler, der von der Zylinderlinse als elliptischer Leuchtfleck auf den Fotodioden abgebildet wird (Fig. 2a und 2c). Die 15 unterschiedliche Ausleuchtung der Fotodioden wird über einen Differenzverstärker 25 gemessen. Dieser Wert ist dem zu ermittelnden Abstand proportional.

In Figur 3 ist eine Ansteuerschaltung für die Vorrichtung 20 der Figuren 1 und 2 in Blockdarstellung wiedergegeben. Weiterhin sind Baugruppen zur vollautomatisierten Herstellung von Zahnersatz dargestellt. Der Scanner einer mit einer Strahlungsquelle 37 verbundenen Abtastvorrichtung 38, beispielsweise auf der Basis der in den Figuren 2 bis 2c dargestellten Bauart, wird von einer externen Steuerung 39 derart angesteuert, daß der Meßstrahl mit einem bestimmten Bewegungsablauf über das zu vermessende Zahngelände geführt wird. Jedem Ansteuersignal ist dabei ein eindeutiger Punkt 25 der Scanningebene zugeordnet, so daß die Elektromotoren bei Auswahl eines zu vermessenden Punktes eine entsprechende Einstellung des Abtasters 10 bewirken. Die entspre- 30

- 9 -

chenden Steuerleitungen sind wiederum mit 17a und b bezeichnet. Die Ausgänge der Steuerschaltung 39 ist auch über eine Umcodiereinrichtung 40 mit dem Adresseneingang 41 eines RAM-Festwertspeichers 42 verbunden. Die x- und y-
5 Steuersignale werden direkt in Adressensignale eines Speichers umgesetzt und können dabei beispielsweise zwei Wortteile innerhalb eines längeren Adressenworts bilden.

Die die Abstandsinformation enthaltenden Meßsignale gelangen dann über eine Schaltung zur Meßwertumsetzung 43 direkt in die zugeordneten, jeweils mit der Einstellung der Position des Meßkopfes 10 adressierten Speicherplätze 44. In dem Speicher sind nach abgeschlossenem Abtastvorgang sämtliche die Oberfläche beschreibenden Koordinatenangaben
15 enthalten.

Ein mit dem Speicher 42 verbundener Rechner 45 verarbeitet zu einer geschlossenen grafischen Strukturbeschreibung, wie sie beispielsweise als Programmsprache für CAD/CAM-Systeme Anwendung findet, die ermittelten und gespeicherten Koordinatenwerte der Oberflächen, wodurch das interessierende Zahngelände als Grafik auf einem angeschlossenen Monitor 46 darstellbar ist. Der Rechner 35 ist mit einer Auswerteeinheit 47 zur Ermittlung der Konturen des herzustellenden Zahnersatzteiles verbunden, wobei dazu die in dem Speicher 42 enthaltenen Daten eines Idealzahnes zur Vervollständigung des Ersatzteilumrisses herangezogen werden. Gleichzeitig oder stattdessen kann auch die Monitorgrafik manuell vervollständigt werden, um die fehlende Begrenzungsfläche des Inleys, Onleys oder dergleichen festzulegen.
20
25
30

- 10 -

Die Verbindungen zwischen dem Speicher 42 und der Auswerteeinheit 47 sowie dem Monitor 46 und der Auswerteeinheit 47 sind wegen der alternativen oder parallelen Nutzung gestrichelt dargestellt. Die Ausgangsdaten der Auswerteeinheit 47 charakterisieren einen vermessenen Negativabdruck eines Zahndefektes, der nach dentologischen Gesichtspunkten manuell oder durch Vergleich derart vervollständigt wurde, daß die Umrisse des herzustellenden Zahnersatzteiles damit gegeben sind. Diese Daten werden einem Wandler 10 48 zur Anpassung an das Format der Eingangsdaten einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine 49 zugeführt und dienen dann zur Ansteuerung der Werkzeugmaschine 49, insbesondere einer Fräsmaschine, welche das Zahnersatzteil in individuell passender Form aus einem entsprechenden Rohling herausfräst.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, 20 welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch machen.

* * * * *

25

30

- 11 -

A n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Herstellung von Zahnersatzteilen,
5 insbesondere Inlays, Onlays und Schalenverblendungen, mit
einer berührungslos arbeitenden optischen Meßeinrichtung
zur Oberflächenerfassung und einer numerisch gesteuerten
Werkzeugmaschine, wobei die Steuersignale computergestützt
von der erfaßten Oberfläche abgeleitet werden,

10 dadurch gekennzeichnet,

daß die Oberflächenerfassung nach dem Prinzip der dynamischen Fokussierung erfolgt, wobei die Abstandsmeßeinrichtung eine Laserlichtquelle und eine Fokusfehlererkennung aufweist und eine in den Mund einbringbare scannende Laserstrahlführung vorgesehen ist, welche derart ansteuerbar ist, daß jeder abzutastende Oberflächenpunkt vom Laserstrahl (8) überstrichen wird.

20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokusfehlererkennung eine im Strahlengang des reflektierten Laserlichts angeordnete Zylinderlinse (24) und ein nachgeordnetes matrixförmiges Diодentarget (23) als Fotodetektor aufweist (Astigmatismusprinzip).

30 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokusfehlererkennung

- 12 -

ein im Strahlengang des reflektierten Laserlichts angeordnetes 90°-Prisma und nachgeordnet, symmetrisch zur optischen Achse zwei Fotodioden als Fotodetektor aufweist (Prinzip des "kritischen Winkels").

5

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokusfehlererkennung im Strahlengang des reflektierten Laserlichts eine Sammellinse, eine in deren bildseitigem Brennpunkt angeordnete Bezugskante und ein nachgeordnetes matrixförmiges Diodentarget als Fotodetektor aufweist ("Knife Edge"-Prinzip).

15 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokusfehlererkennung eine dem Fotodetektor nachgeordnete Abstandsermittlung, insbesondere auf der Basis eines die Ausgangssignale der Fotodioden vergleichenden Differenzverstärkers (25) aufweist.

25 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein dem Fotodetektor (23) nachgeordneter Fokus-Servoregelkreis zur Nachführung eines den Laserstrahl auf das Meßobjekt abbildenden Objektivs (20) und eine Einrichtung zur Ermittlung der Bewegung des Objektivs (20), insbesondere ein Induktivmeßtaster vorgesehen ist.

30

- 13 -

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserlichtquelle eine Laserdiode (18) ist.

5

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Führung des Laserstrahles mindestens ein scannend mit Hilfe der Ansteuermittel (27) bewegbarer Umlenkspiegel oder/und 10 mindestens ein Prisma vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine 15 Doppelschlittenführung zur Führung des Laserstrahles (8) nach Art eines Plotters vorgesehen ist, wobei eine über die Ansteuermittel (27) bestimmte, insbesondere mäanderförmige Abtastung erfolgt.

20

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein RAM-Festwertspeicher (30) für die Speicherung der Abstandswerte vorgesehen ist.

25

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der RAM-Festwertspeicher (30) Speicherplätze zur Speicherung von Oberflächenkoordinaten defektloser "Idealzahnformen" aufweist.

* * * * *

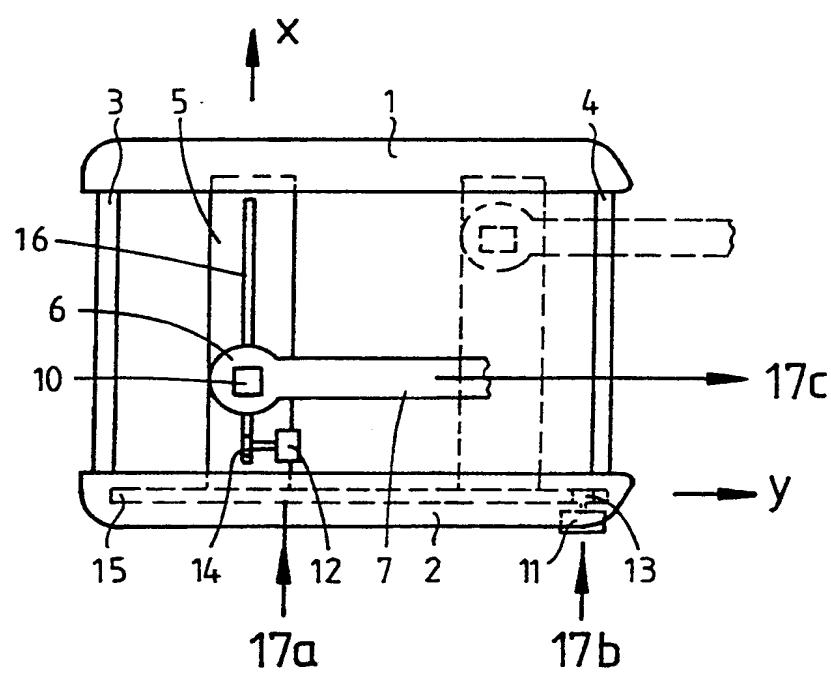


Fig. 1

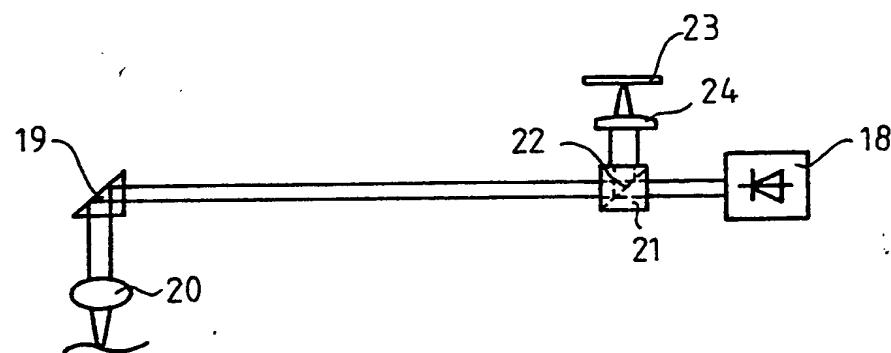


Fig. 2

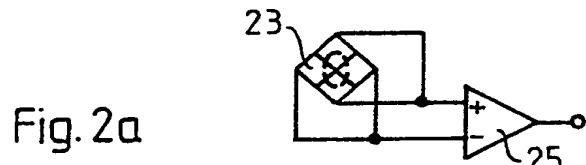


Fig. 2a

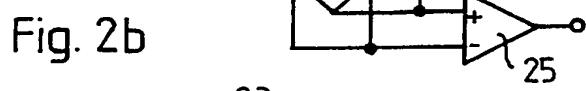


Fig. 2b



Fig. 2c

ERSATZBLATT

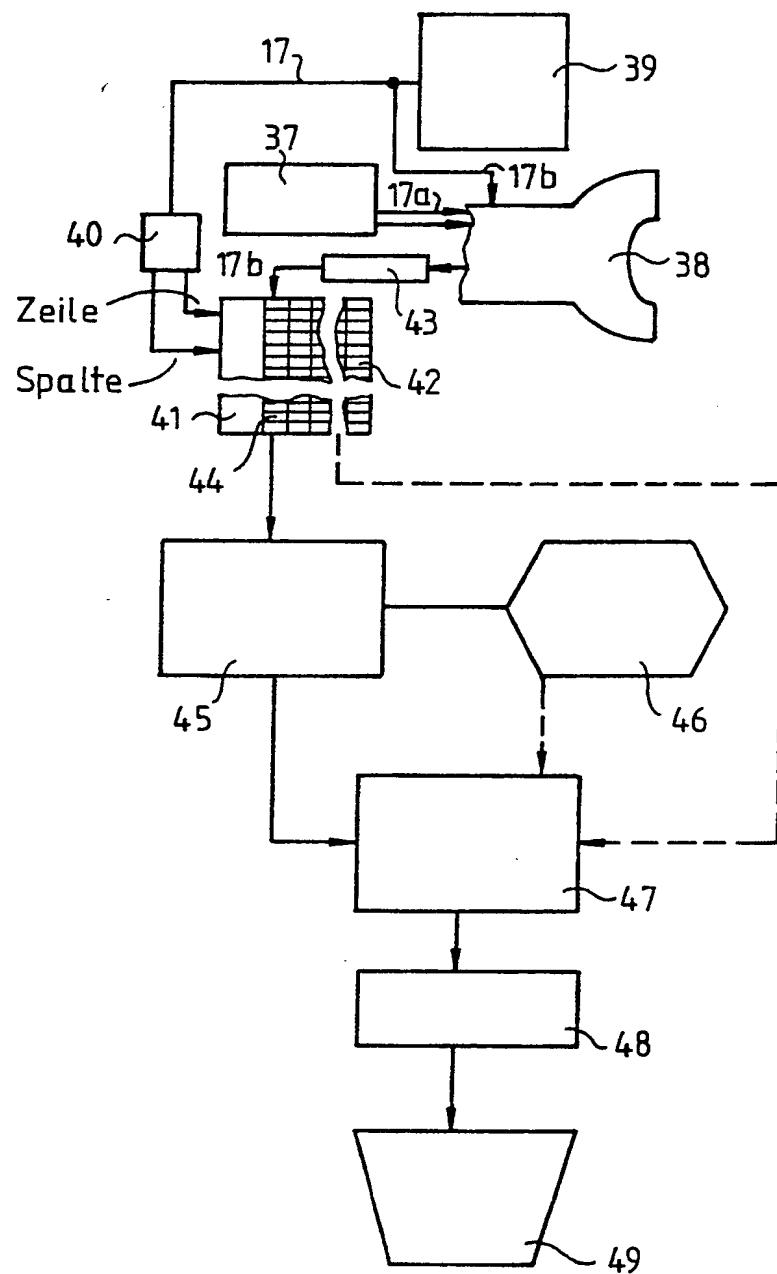


Fig.3

ERSATZBLATT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 90/00728

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl.: A 61 C 5/10, 13/08, 19/04

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁷

Classification System	Classification Symbols
-----------------------	------------------------

Int.Cl.: A 61 C, G 01 B

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT*

Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	US, A, 4611288 (F. DURET ET AL) 9 September 1986, see column 3, line 10 - column 6, line 54	1-11
Y	WO, A1, 8802846 (RENISHAW PLC GB) 21 April 1988, see page 3, line 11 - page 13	1-11
Y	DE, C2, 3528684 (AKTIEBOLAGET ELEKTROLUX) 22 December 1988, see column 4, line 20 - column 9, line 19	1,5,6,7
A	US, A, 4742464 (F. DURET ET AL) 3 May 1988, see abstract	1,10,11
A	EP, A1, 0054785 (MÖRMANN, WERNER H.) 30 June 1982, see abstract	1
A	GB, A, 2158228 (SPECTRON DEVELOPMENT LABORATORIES INC) 6 November 1985, see page 1, line 90 - page 4, line 17	2,5,6,7
A	US, A, 4743770 (C.S. LEE) 10 May 1988, see column 1	3
A	EP, A1, 0240113 (BRITISH AEROSPACE PUBLIC LIMITED COMPANY) 7 October 1987, see abstract	4

* Special categories of cited documents: ¹⁰

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

13 December 1990 (13.12.90)

Date of Mailing of this International Search Report

17 January 1991 (17.01.91)

International Searching Authority

European Patent Office

Signature of Authorized Officer

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.PCT/DE 90/00728**

SA 40262

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US-A- 4611288	09/09/86	CA-A-	1233350	01/03/88
		DE-A-	3375757	07/04/88
		EP-A-B-	0091876	19/10/83
		FR-A-B-	2525103	21/10/83
		JP-A-	58187802	02/11/83
		US-A-	4742464	03/05/88
WO-A1- 8802846	21/04/88	NONE		
DE-C2- 3528684	22/12/88	JP-A-	61065106	03/04/86
		SE-B-C-	444728	28/04/86
		SE-A-	8404376	01/03/86
US-A- 4742464	03/05/88	CA-A-	1233350	01/03/88
		DE-A-	3375757	07/04/88
		EP-A-B-	0091876	19/10/83
		FR-A-B-	2525103	21/10/83
		JP-A-	58187802	02/11/83
		US-A-	4611288	09/09/86
		US-A-	4663720	05/05/87
EP-A1- 0054785	30/06/82	JP-A-	57173053	25/10/82
		US-A-	4575805	11/03/86
GB-A- 2158228	06/11/85	CH-A-B-	658312	31/10/86
		DE-A-	3418767	21/11/85
		FR-A-	2564602	22/11/85
		SE-A-	8402589	15/11/85
US-A- 4743770	10/05/88	JP-A-	63079003	09/04/88
		JP-A-	63079004	09/04/88
EP-A1- 0240113	07/10/87	NONE		

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 90/00728

I. KLASSEFIKATION DES ANMELDUNGSGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)⁶

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC
Int.CI.5 A 61 C 5/10, 13/08, 19/04

II. RECHERCHIERTE SACHGEBiete

Recherchierter Mindestprüfstoff⁷

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
Int.CI.5	A 61 C, G 01 B

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹

Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	US, A, 4611288 (F. DURET ET AL) 9 September 1986, siehe Spalte 3, Zeile 10 - Spalte 6, Zeile 54 --	1-11
Y	WO, A1, 8802846 (RENISHAW PLC GB) 21 April 1988, siehe Seite 3, Zeile 11 - Seite 13 --	1-11
Y	DE, C2, 3528684 (AKTIEBOLAGET ELEKTROLUX) 22 Dezember 1988, siehe Spalte 4, Zeile 20 - Spalte 9, Zeile 19 --	1,5,6,7

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. Dezember 1990	17. 01. 91
Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten M. Peis

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US, A, 4742464 (F. DURET ET AL) 3 Mai 1988, siehe Zusammenfassung --	1,10, 11
A	EP, A1, 0054785 (MÖRMANN, WERNER H.) 30 Juni 1982, siehe Zusammenfassung --	1
A	GB, A, 2158228 (SPECTRON DEVELOPMENT LABORATORIES INC) 6 November 1985, siehe Seite 1, Zeile 90 - Seite 4, Zeile 17 --	2,5,6,7
A	US, A, 4743770 (C.S. LEE) 10 Mai 1988, siehe Spalte 1 --	3
A	EP, A1, 0240113 (BRITISH AEROSPACE PUBLIC LIMITED COMPANY) 7 Oktober 1987, siehe Zusammenfassung -- -----	4

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.PCT/DE 90/00728**

SA 40262

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 01/11/90
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US-A- 4611288	09/09/86	CA-A-	1233350	01/03/88
		DE-A-	3375757	07/04/88
		EP-A-B-	0091876	19/10/83
		FR-A-B-	2525103	21/10/83
		JP-A-	58187802	02/11/83
		US-A-	4742464	03/05/88
WO-A1- 8802846	21/04/88	KEINE		
DE-C2- 3528684	22/12/88	JP-A-	61065106	03/04/86
		SE-B-C-	444728	28/04/86
		SE-A-	8404376	01/03/86
US-A- 4742464	03/05/88	CA-A-	1233350	01/03/88
		DE-A-	3375757	07/04/88
		EP-A-B-	0091876	19/10/83
		FR-A-B-	2525103	21/10/83
		JP-A-	58187802	02/11/83
		US-A-	4611288	09/09/86
		US-A-	4663720	05/05/87
EP-A1- 0054785	30/06/82	JP-A-	57173053	25/10/82
		US-A-	4575805	11/03/86
GB-A- 2158228	06/11/85	CH-A-B-	658312	31/10/86
		DE-A-	3418767	21/11/85
		FR-A-	2564602	22/11/85
		SE-A-	8402589	15/11/85
US-A- 4743770	10/05/88	JP-A-	63079003	09/04/88
		JP-A-	63079004	09/04/88
EP-A1- 0240113	07/10/87	KEINE		

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

EPO FORM P0473

